干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

黄河流域甘肃段地质遗迹空间区划及可持续开发利用策略

张仲福

（甘肃工程地质研究院，甘肃 兰州 730000）

摘 要：地质遗迹是珍贵的且为不可再生的自然资源。对地质遗迹的保护性开发是其可持续开发利用的前提，也是生态文明建设、脱贫攻坚、乡村振兴战略不可或缺的组成部分。基于黄河流域甘肃段地质遗迹调查数据，采用最邻近点指数和GIS空间分析法，对该区域的地质遗迹空间分布特征进行评价，提出地质遗迹可持续开发利用建议。结果表明：(1) 黄河流域甘肃段地质遗迹调查共发现地质遗迹点1046处，其中具有重要价值的有153处。研究区地质遗迹空间分布广泛，类型多样，内涵独特，以碎屑岩地貌、地层剖面、古生物遗迹化石为主；其不均匀分布的特点，与当地气候分带、地貌分区、水系分布、地质构造发育等存在一定的相关性。(2) 根据赋存环境、发育特征等将研究区地质遗迹划分为2个地质遗迹区、6个分区和15个小区。(3) 以国家自然保护地整合优化为契机，建议通过地质公园、研学旅行基地、特色小镇、地质文化村建设等多层次、多样化的开发利用路径，推进黄河流域甘肃段地质遗迹的可持续开发利用。

关 键 词：地质遗迹类型；空间分布特征；自然区划；可持续开发利用；黄河流域甘肃段

文章编号：1000－6060(2022)04－1235－09(1235～1243)

黄河流域是中华民族的发祥地之一，也是我国重要的生态安全屏障和人口活动、经济发展的重要区域。黄河流域甘肃段位于整个黄河流域上游，总面积 14.59×10^4 km^2[1]，行政范围包括甘南州、临夏州、兰州市、白银市、定西市、天水市、平凉市和庆阳市，约占甘肃省面积的1/3。黄河流域甘肃段也是甘肃政治、经济、文化发展的核心区[2]，也是汉、藏、回、东乡、保安、撒拉等多民族聚居区和多元文化融合发展区。该区域地处青藏高原东北缘，地势西南高、东北低，横跨青藏高原和黄土高原两大地貌单元，区内地质遗迹资源众多。在区域经济社会高质量发展的同时，地质遗迹的保护和合理开发利用已经成为产业精准扶贫，实施乡村振兴战略的一个现实问题。本文针对黄河流域生态保护和高质量发展，着重梳理了黄河流域甘肃段的重要地质遗迹类型和数量，从自然区划的视角，探讨了研究区的地质遗迹的类型、资源特色和分布特征及重要地质遗迹的价值等级，提出了包括地质公园、研学旅行基地、特色小镇、地质文化村等针对性可持续开发利用建议，旨在为该区域地质遗迹的保护和合理利用提供策略和学术支撑。

1 研究区地理地质概况

黄河流域甘肃段(100°48′~108°45′E，33°06′~37°21′N)地处华北板块、柴达木—祁连板块和扬子板块的交汇处，构造形迹十分复杂，地势呈西南高东北低，区域地貌为西南部的阿尼玛卿山—西秦岭构造山地区的甘南高原区和中东部的陇中黄土高原。受地形及水汽来源控制，自北向南涉及4个气候分区，分别为陇中北部冷温带半干旱区、陇中南部冷温带半湿润区、甘南高寒湿润区和陇南北部暖温带湿润区。区域水系河流众多，主要有黄河干流水系、洮河水系、渭河水系、泾河水系、湟水水系和北洛河水系6大水系[3-4](图1)。区域内地层出露较

收稿日期：2022-02-08； **修订日期**：2022-03-08

基金项目：甘肃省深度贫困县(区)地质环境资源调查项目(甘地发〔2018〕295号)资助

作者简介：张仲福(1976-)，男，高级工程师，主要从事水工环地质调查及地质遗迹保护等研究. E-mail: 389880082@qq.com



图1　黄河流域甘肃段气候、地貌分区及水系分布

Fig. 1　Distributions of climate, landform and water system in Gansu section of the Yellow River Basin

全，从元古界到第四系均有分布。甘南高原区主要为寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系和三叠系的碳酸盐岩、板岩、页岩、砂砾岩；白垩系、第三系以砂岩、泥岩为主；第四系则由冲洪积粉质黏土和砾石层组成。陇中黄土区为大面积第四系黄土所覆盖，基底主要由前长城系地层组成，台缘沟壑见有寒武系、奥陶系、石炭系及其以后的地层分布。

2　数据与方法

2.1　数据来源

依据《地质遗迹调查规范》(DZ/T0303-2017)规定的科学性、稀有性、完整性、美学性、保护程度和可保护性原则[5]，地质遗迹的价值等级划分为：Ⅰ级(世界级)、Ⅱ级(国家级)、Ⅲ级(省级)、Ⅳ(省级以下)4级。根据甘肃省地质遗迹专项调查[3-4]及甘肃省深度贫困县(区)地质环境资源调查成果[6]，黄河流域甘肃段现有地质遗迹点1046处，类别较为齐全，涵盖3个大类、11个类和25个亚类，具有重要价值(Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级)的地质遗迹共153处(图2、图3、表1)。其中，重要的基础地质大类59处、地貌景观大类82处、地质灾害大类12处，分别占重要地质遗迹点总数的38.56%、53.59%和7.84%。基础地质大类中又以地层剖面(15处)和重要化石产地(10处)为主；地貌景观大类中以岩土体地貌遗迹(48处)和水体地貌遗迹(26处)为主；地质灾害大类中则以滑坡地质灾害为主。

2.2　研究方法

2.2.1　最邻近指数(R)　地质遗迹在宏观上可抽象为点状分布。点状要素有均匀、随机和凝聚3种空间分布结构类型，可以用最邻近点指数进行判别[7-9]。最邻近距离表示点状事物在地理空间中相互邻近程度的地理指标。定义的最邻近点指数(R)为：

$$R = \frac{\bar{d}}{d_E} = 2\sqrt{D} \times \bar{d} \tag{1}$$

$$d_E = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{A}{n}} = \frac{1}{2\sqrt{D}} \tag{2}$$

式中：$\bar{d}$ 为最邻近点之间的距离平均值(km)；d_E 为理论最邻近距离(km)，即为Poisson分布型；D 为点密度(km^2)；A 为区域面积(km^2)；n 为区域地质遗迹点数。当 R=1时，$\bar{d} = d_E$，点状要素分布呈随机型；

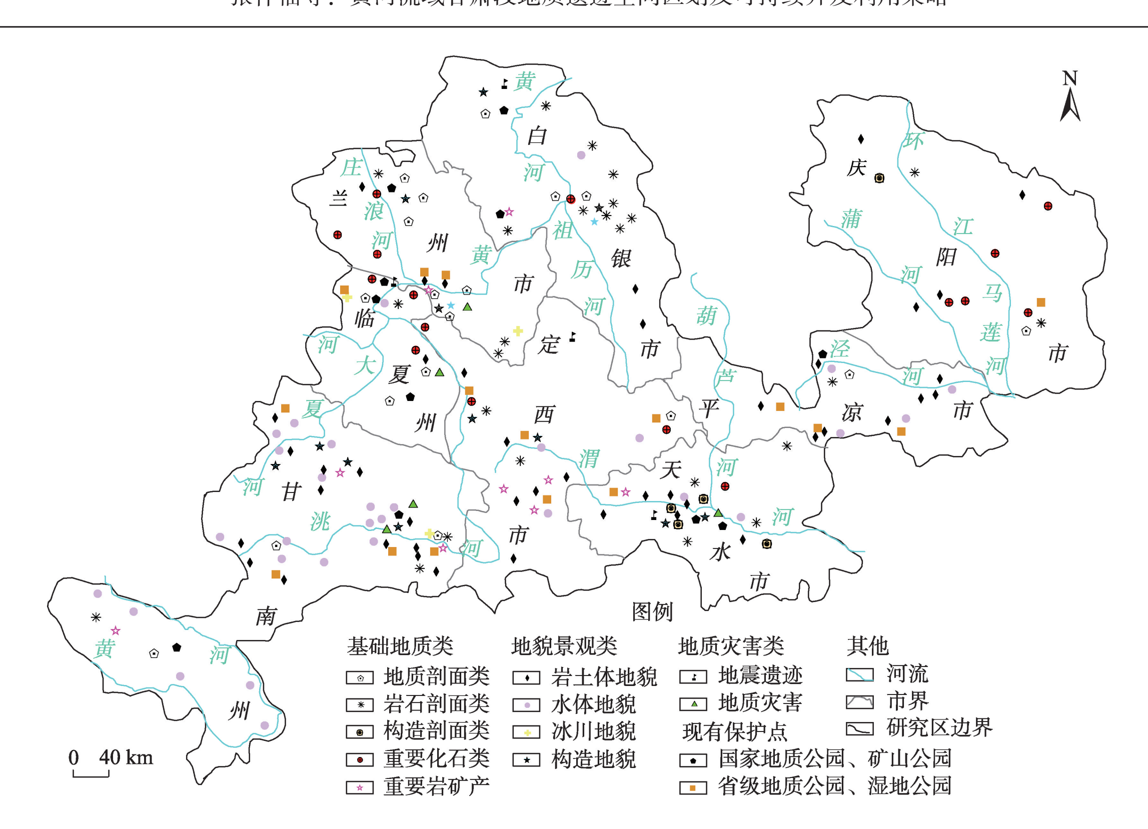


图2　黄河流域甘肃段重要地质遗迹分布

Fig. 2　Distribution of geological relics in Gansu section of the Yellow River Basin

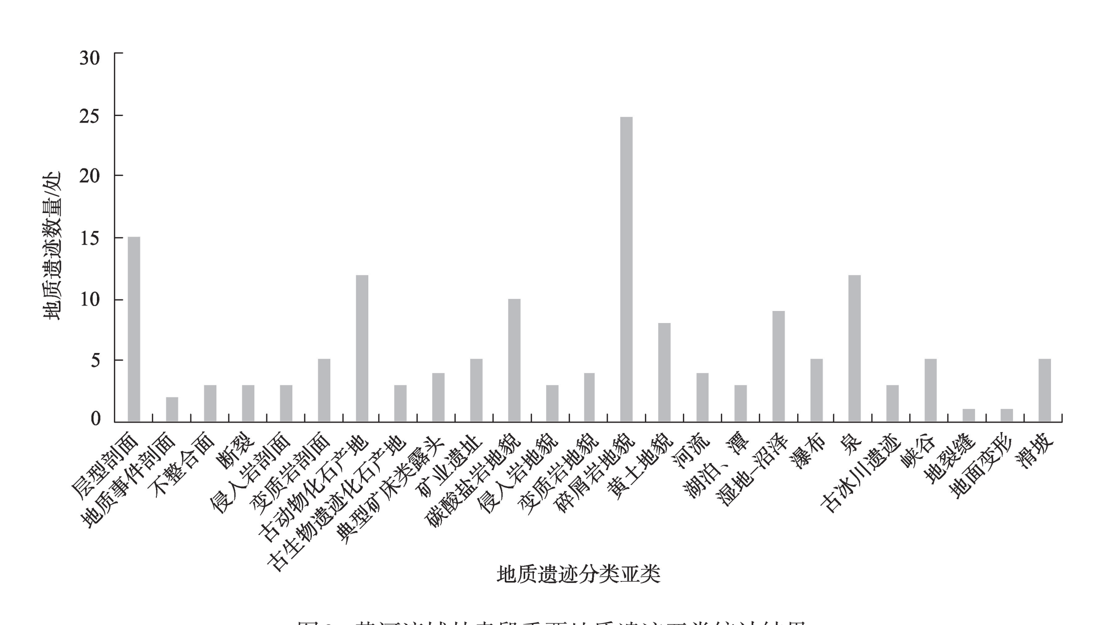


图3　黄河流域甘肃段重要地质遗迹亚类统计结果

Fig. 3　Statistical results of geological relic subclasses in Gansu section of the Yellow River Basin

当R>1时，$\bar{d} > d_E$，点状要素趋于均匀分布；当R<1时，$\bar{d} < d_E$，点状要素趋于凝聚分布[7]。区域面积为14.59×10^4 km^2，选择153处地质遗迹。经计算，R=0.79，说明黄河流域甘肃段地质遗迹为凝聚分布，呈不均匀状态。从图2也可以看出，黄河流域甘肃段地质遗迹与区域气候分带和地貌分区、地层分布、地质构造发育等存在一定的相关性。具有较高价值的地质遗迹主要分布于甘南高原和陇西黄土高原的沿河地带，数量多达116处，占重要地质遗迹总数的75%；其次为陇东黄土高原的台塬盆地，分布有以古生物化石为主的37处地质遗迹，占重要地质遗迹总数的25%。

表1 黄河流域甘肃段重要地质遗迹类型统计表

Tab. 1 Statistical table of geological heritage types in Gansu section of the Yellow River Basin

大类	类	亚类	地质遗迹名称
基础地质大类	地层剖面	层型典型剖面	卓尼下加岭上石炭统典型剖面、卓尼九甸峡石炭系与二叠系混杂堆积地层剖面、玛曲尕海典型剖面、兰州西津村黄土钻孔剖面、兰州九州黄土典型剖面、靖远曹岘黄土剖面、靖远水泉乡沙流水一带晚泥盆世沙流水组实测地质剖面、兰州五泉山早更新世五泉山组实测地质剖面、环县虎洞乡刘家岔晚更新世萨拉乌苏组实测地质剖面、永登野狐城—凤凰村古—始新世西柳沟组、渐新世野狐城组实测地质剖面、靖远磁窑大水沟石炭剖面、合水板桥乡木瓜沟咀早更新世三门组实测地质剖面、临夏盆地中新生代地质剖面、东乡那勒寺乡龙旦村黄土剖面
		地质事件剖面	临洮中岭蓟县系与前长城系不整合剖面、靖远四道沟下侏罗统与上三叠统不整合剖面
	构造剖面	不整合面	天水后老庙剖面、天水大寺不整合面、渭源庆坪镇线家沟不整合面
		断裂	天水土桥子断裂、合作卡加道乡母太子山断裂
	岩石剖面	侵入岩剖面	榆中金崖镇北小巴石沟中酸性侵入岩体侵入岩实测地质剖面、天水关子镇火石坝—流水沟蛇绿岩实测地质剖面、渭源会川镇南沟村黄香台侵入岩剖面
		变质岩剖面	张家川天河—毛家磨古元古代陇山岩群实测地质剖面、白银双门口—皋兰县石棺材中元古代皋兰岩群一、二岩组下段实测地质剖面、榆中小康营乡唐家峡蓟县纪高家湾岩组实测地质剖面、靖远张泥水中元古代海源岩群南华山岩组实测地质剖面、靖远白石头沟中元古代海源岩群园河岩组地质剖面
	重要化石产地	古动物化石产地	合水古动物化石产地、华池庄科村狼洞古动物化石产地、兰州海石湾恐龙化石产地、兰州盆地东南缘以恐龙化石为主的早白垩世化石产地、通渭车家坪恐龙化石产地、秦安崖湾新近纪三趾马化石产地、庆阳三十里铺翼龙化石产地、庆阳巴家嘴早更新世哺乳动物化石产地、庆阳巨家塬晚更新世哺乳动物化石产地、东乡县赵家乡龙旦早更新世哺乳动物化石群、和政古生物化石
		古生物遗迹化石产地	永靖恐龙足印群
	重要岩矿石产地	典型矿床类露头	武山鸳鸯玉矿、漳县马路里红柱石矿区、玛曲大水金矿、白银小铁山多金属矿床露头、合作早子沟金矿
		矿业遗址	卓尼洮砚遗址(宋坑)、礼县盐官镇盐井、兰州阿干煤矿采矿遗址、白银铜矿矿业遗址、漳县盐井遗址
地貌景观大类	岩土体地貌	碳酸盐岩地貌	夏河甘加白石崖峰林地貌、碌曲则岔石林、卓尼大峪阿角沟碳酸盐岩地貌、卓尼大峪旗布沟碳酸盐岩地貌、兰州永登吐鲁沟峰林、岩溶地貌、漳县遮阳山岩溶地貌、漳县贵清山岩溶地貌、合作母太子山石崖峰林地貌、合作岗岔村岗岔石林地貌
		侵入岩地貌	天水石门花岗岩峰林地貌、天水麦积区伯阳镇石门村石门侵入岩地貌
		变质岩地貌	卓尼郭扎沟单斜山、天水麦积区五龙镇中石沟村碧莲洞变质岩地貌
		碎屑岩地貌	碌曲郎木寺丹霞地貌、临潭冶力关丹霞地貌、天水麦积山丹霞地貌、天水仙人崖丹霞地貌、甘谷大象山丹霞地貌、武山水帘洞丹霞地貌、兰州天斧沙宫丹霞地貌、景泰黄河石林、永靖炳灵寺石林丹霞地貌、临洮紫云山丹霞地貌、渭源渭河源丹霞地貌、平凉崆峒山丹霞地貌、泾川南石窟寺丹霞地貌、崇信龙泉寺丹霞地貌、华亭五台山丹霞地貌、漳县韩家沟丹霞地貌、庄浪云崖寺丹霞地貌
		黄土地貌	泾川田家沟土林地貌、董志塬黄土塬地貌、华池火焰沟土林地貌、通渭什川镇黑燕村黄土地貌、靖远县若笠镇田嘴头村黄土地貌
	水体地貌	河流	玛曲尼玛黄河第一湾、合作勒秀乡勒秀洮河景观带地貌
		湖泊、潭	碌曲尕海湖、碌曲李恰如天池、临潭冶力关冶海堰塞湖
		湿地-沼泽	夏河甘加湿地、夏河桑科湿地、碌曲尕海湿地、玛曲乔柯湿地、岷县狼渡村狼渡湿地、碌曲郭莽湿地地貌、兰州银滩湿地
		瀑布	临潭冶力关九台瀑布、临潭香子沟瀑布临潭、漳县贵清山瀑布
		泉	临潭冶木峡喜泉、临潭冶海饮马泉、平凉崆峒山药王洞药王泉、崇信龙泉寺龙泉、华亭五台山神泉、天水麦积区麦积镇街亭温泉、天水马跑泉、清水温泉、泾川温泉、武山温泉、通渭温泉
	冰川地貌	古冰川遗迹	卓尼车巴沟冰川地貌、榆中马衔山古冰川冰积地貌、积石山吹麻滩古冰川冰积地貌
	构造地貌	峡谷	临潭冶力关冶木峡峡谷地貌、永靖盐锅峡镇孔寺村孔寺大峡谷、冶力关揉皱与变形、合作白石头飞来峰地貌、洮河大峡谷
地质灾害大类	地震遗迹	地裂缝	景泰南古地震遗迹
		地面变形	天水玉泉观古地质遗迹
	地质灾害遗迹	滑坡	临潭冶力关冶海滑坡、天水秦州区北山滑坡群、兰州皋兰山滑坡群、永靖黑方台滑坡群、东乡洒勒山滑坡

2.2.2 GIS空间分析 研究区地质遗迹依据地域聚集性、成因相关性和组合关系等条件[5]，按类型本研究将其区划为2个地质遗迹区、6个分区和15个小区（表2）。

3 结果与分析

研究区具有重要价值的地质遗迹153处，占全省省级以上地质遗迹总数的65%。呈现数量多、分

表2 黄河流域甘肃段地质遗迹区划表

Tab. 2 Geological heritage landscape resource zoning list in Gansu section of the Yellow River Basin

地质遗迹区	地质遗迹分区	地质遗迹小区	典型地质遗迹点
甘南高原地质遗迹区	玛曲河流湿地地质遗迹分区	玛曲河流沼泽湿地地质遗迹小区	玛曲尼玛黄河第一湾、玛曲乔柯湿地沼泽
		阿尼玛卿山地质遗迹小区	玛曲大水金矿、碌曲尕海典型剖面
	甘南洮河上游地质遗迹分区	大夏河上游地质遗迹小区	夏河桑科湿地–沼泽、夏河白石崖峰林地貌、合作岗岔石林地貌、合作母太子山石崖峰林地貌、合作母太子山断裂、合作勒秀河流景观带地貌、合作早子沟金矿、临夏盆地新生代地质剖面、夏河甘加省级湿地公园、和政古生物化石国家地质公园
		卓尼段地质遗迹小区	卓尼车巴沟冰川地貌、卓尼阿角沟碳酸盐岩地貌、卓尼旗布沟碳酸盐岩地貌、卓尼下加岭上石炭统典型剖面、卓尼郭扎沟单斜山、卓尼洮砚遗址、卓尼大峪沟省级地质公园
		碌曲段地质遗迹小区	碌曲尕海湖、碌曲尕海湿地–沼泽、碌曲郎木寺丹霞、碌曲郭莽湿地、碌曲李恰如天池、碌曲二叠系尕海组典型剖面、碌曲则岔石林省级地质公园、碌曲尕海—则岔国家自然保护区
		临潭冶力关地质遗迹小区	临潭冶力关国家地质公园（香子沟瀑布、冶海滑坡、堰塞湖、丹霞地貌、冶木峡峡谷、喜泉等）
陇中黄土高原地质遗迹区	黄河干流段地质遗迹分区	永靖兰州段地质遗迹小区	永靖黑方台滑坡群、永靖黄河小三峡、永靖孔寺大峡谷、永靖炳灵丹霞地貌国家地质公园、永靖刘家峡恐龙国家地质公园、兰州西津村黄土钻孔剖面、兰州九州黄土典型剖面、永登树屏丹霞及彩色丘陵、兰州皋兰山滑坡群、榆中马衔山古冰川冰积地貌、兰州阿干煤矿采矿遗址、兰州市海石湾恐龙化石产地、兰州盆地早白垩世化石产地、兰州天斧砂宫丹霞省级地质公园、兰州秦王川国家湿地公园、兰州永登吐鲁沟省级地质公园
		白银靖远景泰段地质遗迹小区	靖远县田嘴头村黄土地貌、曹岘黄土剖面、靖远磁窑大水沟石炭剖面、白银双门口—皋兰石棺材中元古代皋兰岩群一、二岩组下段实测地质剖面、白银火焰山国家矿山公园、景泰南古地震遗迹、景泰黄河石林国家地质公园
	洮河中下游地质遗迹分区	大夏河中游地质遗迹小区	积石山石海冰川遗迹省级地质公园、临夏盆地新生代地质剖面、临夏九眼泉、临夏大夏河河流、和政古生物化石国家地质公园
		洮河中下游地质遗迹小区	岷县双燕—沙金侵入岩地貌、临洮中岭蓟县系与前长城系不整合剖面、东乡那勒寺乡龙旦村第四纪黄土剖面、东乡龙旦早更新世哺乳动物化石群、东乡撒勒山滑坡、临洮紫云山丹霞省级地质公园等
	渭河上游地质遗迹分区	渭河上游黄土丘陵地质遗迹小区	渭源线家沟不整合面、渭源黄香台侵入岩剖面、渭源黑燕村黄土地貌、渭源渭河源省级地质公园、漳县韩家沟丹霞地貌、漳县盐井遗址、漳县马路里红柱石矿区、漳县贵清山—遮阳山省级地质公园
		渭河上游天水段地质遗迹小区	甘谷大象山丹霞地貌、武山鸳鸯玉矿、武山碧莲洞变质岩地貌、武山街亭温泉、清水温泉、清水石门侵入岩地貌、清水大寺不整合面、清水后老庙剖面、秦州区北山滑坡群、天水玉泉观古地震遗迹、秦安崖湾新近纪三趾马化石产地、秦安天河—毛家磨古元古代陇山岩群实测地质剖面、武山水帘洞丹霞省级地质公园、天水麦积山国家地质公园
		渭河上游葫芦河支流地质遗迹小区	通渭县车家坪恐龙化石产地、通渭温泉、庄浪云崖寺丹霞省级地质公园
	泾河上游地质遗迹分区	泾河上游干流平凉段地质遗迹小区	华亭五台山丹霞地貌、华亭五台山神泉、崆峒山药王洞药王泉、泾川田家沟土林地貌、泾川南石窟寺丹霞地貌、崇信龙泉寺丹霞地貌、崇信龙泉省级地质公园、平凉崆峒山丹霞地貌国家级地质公园
		泾河上游蒲河、马莲河支流庆阳段地质遗迹小区	环县虎洞乡刘家岔晚更新世萨拉乌苏组地质剖面、华池火焰沟土林地貌、华池庄科三趾马遗址、西峰董志塬黄土塬地貌、合水古动物化石产地、合水板桥乡木瓜沟咀早更新世三门组实测地质剖面、庆阳三十里铺翼龙化石产地、庆阳巴家嘴早更新世哺乳动物化石产地、庆阳巨家塬晚更新世哺乳动物化石产地

布密度高且类型多样的特点。但地质遗迹的保护与开发利用程度较低。目前,以国家和省级地质公园保护的地质遗迹有19处,以矿山公园建设的1处,以自然保护区保护的6处,未采取保护措施的重要地质遗迹仍多达127处(图2)。

2019年中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》[10]指出,构建以国家公园为主体,自然保护区为基础,其他各类自然公园为补充的自然保护地体系。2020年公布的《甘肃省自然保护地整合优化预案》[11]计划将本研究区的9处地质公园整合优化并入已有的风景名胜区、森林公园和自然保护区(表3)。

地质遗迹作为珍稀的不可再生的自然资源和生态资源,其科学价值大,观赏价值高,必须创新其保护利用模式。国务院发布的《"十四五"旅游业发展规划》[12],为国家公园、自然保护地、风景名胜区、湿地公园等开展自然游憩、生态旅游和大众旅游开发建设提供了依据,也为地质遗迹的可持续开发、保护并纳入区域生态文明建设、宜居城市、美丽乡村建设规划指明了方向。以自然保护区,地质公园、研学旅行基地、风景旅游区、特色小镇及地质文化村等多层次、多形式的开发保护模式,已成为了地质遗迹可持续开发利用的有效措施[8,13-16](表3)。

4 讨论

地质遗迹是一种重要的旅游地质资源。以往的地质遗迹调查成果[3-4],基本查明了甘肃省境内的地质遗迹数量、类型及发育特征,初步掌握了甘肃省地质遗迹的分布规律及成因演化过程,编制了相应的地质遗迹保护规划。由于工作目的限制,前人提出的地质遗迹保护对策形式相对单一,主要为申报建设地质公园和地质遗迹保护区,与旅游资源的开发契合度不够。2018年开展的深度贫困县(区)地质环境资源调查项目[6]开始着眼甘肃贫困县区的地质环境资源调查成果转化,推动深度贫困地区地质旅游产业升级,助力乡村振兴战略。目前,国内地质遗迹的开发利用模式已经向地质公园、地质文化村、研学旅行基地等多元化发展。就甘肃省地质遗迹的开发利用,曾克峰等[17]提出了甘肃省地质公园可持续开发利用的策略,赵吉昌等[15]探讨了省内较低等级地质遗迹的地质文化村开发建设模式。本文针对黄河流域生态保护和高质量发展,在梳理了黄河流域甘肃段的重要地质遗迹类型和数量的基础上,分析了区域地质遗迹的空间分布特点和重要地质遗迹的价值等级,并为该区域地质遗迹的可持续开发利用"量身定制"了地质公园、研学旅行基地、特色小镇、地质文化村等可持续开发利用建议。

5 结论

(1) 黄河流域甘肃段共调查地质遗迹点1046处,涵盖了重要的基础地质、地貌景观和地质灾害3个大类、11个类和25个亚类。其中,具重要价值的地质遗迹有153处。总体而言,地质遗迹类别较为齐全,尤以碎屑岩地貌、地层剖面、古生物遗迹化石类型为主要,其分布呈不均匀特点,这与气候分区、地质构造、水系分布和第四纪沉积等有一定的一致性。

(2) 黄河流域甘肃段地质遗迹依据其地域聚集性、成因相关性和组合关系等条件自然区划为2个地质遗迹区、6个分区和15个小区。地质遗迹主要分布于甘南高原和陇西黄土高原。

(3) 黄河流域甘肃段地质遗迹开发利用要以国家自然保护地整合优化为契机,按照《甘肃省自然保护地整合优化预案》,开拓创新地质遗迹的开发路径与保护模式,助力全省旅游强省战略。建议分布在国家和省级自然保护区、风景名胜区的地质遗迹需按照自然保护区、风景名胜区的相关要求和地质遗迹的特征,针对性地提出相应的研学旅行基地等地质遗迹开发保护措施;不在自然保护区的地质遗迹可以申报地质公园、风景旅游区,设立研学旅游基地等形式加以可持续开发利用。

(4) 黄河流域甘肃段有国家和甘肃省委省政府确定的24个贫困县(区)。保护性开发这些县区的地质遗迹资源已经成为区域脱贫攻坚和实施乡村振兴战略的助推器。即通过融合地质遗迹的特色旅游资源,规划发展乡村特色产业,建设特色小镇、地质文化村等乡村旅游新模式,推进区域观光旅游、康养事业、美丽乡村、地质科普与地质研究的融合发展,有效提升区域文化品质,巩固拓展脱贫攻坚成果,实现旅游强省目标。

表3 黄河流域甘肃段重要地质遗迹开发建设重点及方向

Tab. 3 Key points and directions for development and construction of geological relics in Gansu section of the Yellow River Basin

地质遗迹区划	重要地质遗迹名称(价值等级)	开发建设重点及方向
甘南高原地质遗迹区	玛曲尼玛黄河第一湾(Ⅱ)、玛曲乔柯湿地-沼泽(Ⅲ)	玛曲“天下黄河第一湾”国家湿地公园(黄河首区国家级自然保护区)
	玛曲大水金矿(Ⅱ)、碌曲尕海典型剖面(Ⅲ)	国家级绿色矿山,全国研学旅行基地
	碌曲尕海湿地-沼泽尕海湖(Ⅲ)、碌曲则岔石林省级地质公园(Ⅲ)	已并入尕海—则岔国家自然保护区,可申报省级风景旅游区,省级研学旅行基地
	碌曲李恰如天池(Ⅲ)	建设特色小镇(地质文化村)
	卓尼九甸峡石炭系与二叠系混杂堆积地层剖面(Ⅱ)、卓尼洮河中游九甸峡峡谷(Ⅲ)	省级风景旅游区、省级研学旅行基地
	临潭冶力关国家地质公园(Ⅱ)	保留国家地质公园,可申报全国研学旅行基地、特色小镇
	卓尼大峪沟省级地质公园(Ⅲ)	已并入洮河国家自然保护区,可申报省级研学旅行基地
	夏河桑科湿地-沼泽(Ⅲ)	省级湿地公园(省级风景旅游区)
	卓尼车巴沟冰川地貌(Ⅱ)	省级地质公园
陇中黄土高原地质遗迹区	永靖黑方台滑坡群(Ⅱ)	全国研学旅行基地
	永靖炳灵丹霞地貌国家地质公园(Ⅱ)、刘家峡恐龙国家地质公园(Ⅰ)、和政古生物化石国家地质公园(Ⅰ)、临夏盆地新生代地质剖面(Ⅱ)	保留国家地质公园,正在申报世界地质公园
	永登树屏丹霞及彩色丘陵(Ⅲ)	省级风景旅游区、特色小镇
	兰州皋兰山滑坡群(Ⅲ)	省级研学旅行基地
	兰州市海石湾恐龙化石产地(Ⅲ)	省级地质公园
	景泰黄河石林国家地质公园(Ⅰ)	保留国家地质公园,申报世界地质公园
	永靖县后雾宿山—王家圈中-晚奥陶世雾宿山群实测地质剖面(Ⅱ)	全国研学旅行基地
	靖远县白石头沟中元古代海源岩群园河岩组实测地质剖面(Ⅲ)、永靖张泥水中元古代海源岩群南华山岩组实测地质剖面(Ⅲ)	省级研学旅行基地
	靖远曹岘黄土剖面(Ⅰ)、靖远磁窑大水沟石炭系地层剖面(Ⅱ)	全国研学旅行基地
	东乡县撒勒山滑坡(Ⅱ)、东乡那勒寺乡龙旦村第四纪黄土剖面(Ⅲ)	全国研学旅行基地
	漳县盐井遗址(Ⅲ)	特色小镇(地质文化村)
	天水麦积山国家地质公园(Ⅱ)、天水仙人崖丹霞地貌(Ⅱ)、天水石门花岗岩峰林地(Ⅲ)、天水土桥子断裂(Ⅲ)	已并入麦积山国家风景名胜区,可申报全国研学旅行基地
	天水关子镇火石坝—流水沟蛇绿岩实测地质剖面(Ⅱ)、天水大寺不整合面(Ⅲ)、天水后老庙剖面(Ⅲ)	省级研学旅行基地
	武山鸳鸯玉矿(Ⅱ)	特色小镇(地质文化村)
	榆中马衔山古冰川冰积地貌(Ⅲ)	省级地质公园
	永登县野狐城—凤凰村古—始新世西柳沟组、渐新世野狐城组实测地质剖面(Ⅱ)	全国研学旅行基地
	兰州西固达川黄河、湟水河、大通河汇流(Ⅲ)	黄河风情特色小镇,正在建设
	漳县盐井遗址(Ⅲ)	特色小镇(地质文化村)
	漳县韩家沟丹霞地貌(Ⅲ)	正在建设九居谷地质生态文化村
	通渭车家坪恐龙化石产地(Ⅲ)	特色小镇(地质文化村)
	华亭五台山丹霞地貌(Ⅲ)、华亭五台山神泉(Ⅲ)	特色小镇(地质文化村)
	岷县双燕—沙金侵入岩地貌(Ⅲ)	省级地质公园
	平凉崆峒山国家地质公园(Ⅱ)	已并入太统—崆峒山国家级自然保护区,可申报全国研学旅行基地
	泾川田家沟土林地貌(Ⅱ)、泾川南石窟寺丹霞地貌(Ⅲ)	省级地质公园
	华池火焰沟土林地貌(Ⅲ)	特色小镇(地质文化村)
	庆城三十里铺翼龙化石产地(Ⅲ)	特色小镇(地质文化村)
	西峰董志塬黄土塬地貌(Ⅲ)	省级地质公园
	合水古动物化石产地(Ⅱ)、合水板桥乡木瓜沟咀早更新世三门组实测地质剖面(Ⅲ)	合水板桥古动物化石产地国家级保护区,可申报全国研学旅行基地
	庆阳市巴家嘴早更新世哺乳动物化石产地(Ⅲ)、庆阳巨家塬晚更新世哺乳动物化石产地(Ⅲ)等	省级研学旅行基地
	崇信龙泉寺丹霞地貌(Ⅲ)、崇信龙泉寺龙泉(Ⅲ)	特色小镇(地质文化村)

参考文献(References)

[1] 郭富赟, 宋晓玲, 刘明霞. 黄河流域甘肃段地质灾害发育特征[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2021, 32(5): 130-136. [Guo Fuyun, Song Xiaoling, Liu Mingxia. The development characteristics of geological hazards in Gansu segment of the Yellow River Basin[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2021, 32(5): 130-136.]

[2] 王学军. 推动黄河流域甘肃段绿色发展[EB/OL]. [2019-11-27]. http://szb.gansudaily.com.cn/gsrb/201911/27/c161103.html. [Wang Xuejun. Promote green development in Gansu section of the Yellow River Basin[EB/OL]. [2019-11-27]. http://szb.gansudaily.com.cn/gsrb/201911/27/c161103.html.]

[3] 甘肃省地质环境监测院. 甘肃省地质遗迹调查报告[R]. 兰州: 甘肃省地质环境监测院, 2008. [Gansu Geological Environment Monitoring Institute. Investigation report on geological relics in Gansu Province[R]. Lanzhou: Gansu Geological Environment Monitoring Institute, 2008.]

[4] 甘肃省地质环境监测院. 甘肃省重要地质遗迹调查报告[R]. 兰州: 甘肃省地质环境监测院, 2015. [Gansu Geological Environment Monitoring Institute. Investigation report on important geological relics in Gansu Province[R]. Lanzhou: Gansu Geological Environment Monitoring Institute, 2015.]

[5] DZ/T0303-2017. 中华人民共和国国土资源部地质矿产行业标准: 地质遗迹调查规范[S]. 北京: 地质出版社, 2017. [DZ/T0303-2017. Code for geological relic survey[S]. Beijing: Geological Publishing House, 2017.]

[6] 甘肃省地矿局第一勘查院. 甘肃省深度贫困县(区)地质环境资源调查项目成果[R]. 天水: 甘肃省地矿局第一勘查院, 2021. [The First Exploration Institute of Gansu Bureau of Geology and Mineral Resources. Results of geological environment and resources survey project in deeply poor counties (districts) of Gansu Province[R]. Tianshui: The First Exploration Institute of Gansu Bureau of Geology and Mineral Resources, 2021.]

[7] 丁华, 黄明明, 戴宏, 等. 陕西省地质遗迹特征与地质公园建设[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(10): 131-136. [Ding Hua, Huang Mingming, Dai Hong, et al. Features of geological heritages and construction of geoparks in Shaanxi[J]. Resources and Environment in Arid Areas, 2007, 21(10): 131-136.]

[8] 丁华, 张茂省, 苟青青, 等. 关中盆地城市群地质遗迹特征及可持续开发利用[J]. 西北地质, 2019, 52(2): 38-44. [Ding Hua, Zhang Maosheng, Gou Qingqing, et al. Characteristics and sustainable development & utilization of geological relics in Guanzhong Basin Urban Agglomeration[J]. Northwest Geology, 2019, 52(2): 38-44.]

[9] 蔡佳, 白永平, 陈志杰, 等. 甘肃省全域旅游视角下旅游空间结构优化研究[J]. 干旱区地理, 2021, 44(2): 545-550. [Cai Jia, Bai Yongping, Chen Zhijie, et al. Optimization of tourism spatial structure from the perspective of all-for-one tourism in Gansu Province[J]. Arid Land Geography, 2021, 44(2): 545-550.]

[10] 国务院办公厅. 关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见[EB/OL]. [2019-06-26]. http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/26/content_5403497.html. [General Office of the State Council, PRC. Guidance on the establishment of a nature reserve system with national parks as the main body[EB/OL]. [2019-06-26]. http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/26/content_5403497.html.]

[11] 国家林草局西北林业调查规划院. 甘肃省自然保护地整合优化预案[R]. 西安: 国家林草局西北林业调查规划院, 2020: 1-10. [Northwest Forestry Investigation and Planning Institute of the State Forestry and Grass Administration. Integration and optimization plan of national forest and grass nature reserves in Gansu Province[R]. Xi' an: Northwest Forestry Investigation and Planning Institute of the State Forestry and Grass Administration, 2020: 1-10.]

[12] 国务院. 关于印发"十四五"旅游业发展规划的通知[EB/OL]. [2022-01-20]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/20/content_5669468.html. [General Office of the State Council. Notice on printing and distributing the tourism development plan of the 14th five year plan[EB/OL]. [2022-01-20]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/20/content_5669468.html.]

[13] 杜青松. 丝路经济带地质遗迹资源特征与旅游扶贫对策研究[J]. 西北地质, 2019, 52(4): 280-284. [Du Qingsong. Characteristics of geological heritage resources in the Silk Road Economic Belt and countermeasures for tourism poverty alleviation[J]. Northwest Geology, 2019, 52(4): 280-284.]

[14] 宋志, 倪化勇, 姜月华, 等. 成渝城市群主要地质资源禀赋与绿色产业发展[J]. 中国地质调查, 2019, 6(5): 74-82. [Song Zhi, Ni Huayong, Jiang Yuehua, et al. Geological resources endowment and green industry development of Chengdu-Chongqing urban agglomeration[J]. Geological Survey of China, 2019, 6(5): 74-82.]

[15] 赵吉昌, 黄万堂, 李省晔, 等. 甘肃省地质遗迹资源特征及地质文化村建设探讨[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(9): 201-208. [Zhao Jichang, Huang Wantang, Li Shengye, et al. Discussion on the characteristics of geological heritage resources and the construction of geological cultural village in Gansu Province[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2021, 35(9): 201-208.]

[16] 赵力, 张炜, 刘楠, 等. 国家公园理念下区域生态旅游资源评价——以青海湖与祁连山毗邻区域为例[J]. 干旱区地理, 2021, 44(6): 1796-1809. [Zhao Li, Zhang Wei, Liu Nan, et al. Evaluation of regional ecotourism resources under the concept of National Park: Taking the adjacent area between the Qinghai Lake and the Qilian Mountains as an example[J]. Arid Land Geography, 2021, 44(6): 1796-1809.]

[17] 曾克峰, 吴宏, 刘超, 等. 甘肃省地质遗迹资源评价及地质公园建设研究[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2016: 10-30. [Zeng Kefeng, Wu Hong, Liu Chao, et al. Study on the evaluation of geological relic resources and the construction of geoparks in Gansu Province[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 2016: 10-30.]

Spatial division and sustainable development and utilization strategy of geological relics in Gansu section of the Yellow River Basin

ZHANG Zhongfu

(Gansu Institute of Engineering Geology, Lanzhou 730000, Gansu, China)

Abstract: Geological relics are precious and nonrenewable natural resources. The protective development of geological relics not only is the premise of its sustainable development and utilization but is also an indispensable part of ecological civilization construction, poverty alleviation, and rural revitalization. On the basis of the survey data of geological relics in the Gansu section of the Yellow River Basin, the spatial distribution characteristics of geological relics in this area are evaluated using the nearest neighbor index and the GIS spatial analysis method. Then, suggestions for the sustainable development and utilization of geological relics are introduced. The results show the following: (1) 1046 geological relic points are found in the geological relic survey of the Gansu section of the Yellow River Basin, 153 of which are of great value. The geological relics in the study area are widely distributed in space and have various types and unique connotations, mainly including clastic rock landforms, stratigraphic sections, and paleontological trace fossils. The characteristics of its uneven distribution are related to the local climate zoning, geomorphic zoning, water system distribution, geological structure development, and so on. (2) According to their occurrence environment and development characteristics, the geological relics in the study area are divided into two geological relic areas, six districts, and 15 communities. (3) Taking the integration and optimization of national nature reserves as an opportunity, promoting the sustainable development and utilization of the geological relics in the Gansu section of the Yellow River Basin is suggested. This may be done through multilevel and diversified development and utilization paths such as the construction of geoparks, research and study travel bases, characteristic towns, and geological and cultural villages.

Key words: geological relic types; spatial distribution characteristics; natural zoning; sustainable development and utilization; Gansu section of the Yellow River Basin